

ARTICULO DE INVESTIGACION

Revista Latinoamericana de la Papa 25 (1): 52 – 70, 2021



Recibido: 02/03/2021 | Aceptado: 27/04/2021

Accesible en línea: julio 2021

DOI: 10.37066/ralap.v25i1.419

ISSN: 1853-4961

Análisis económico de la oferta agrícola de variedades comerciales de papas peruanas

Carlos Alberto Minaya Gutiérrez^{1*} y Duber Orlando Chinguel Labán²

Resumen

Este estudio tiene por objetivo identificar las variables más relevantes que explican la oferta económica de la “papa” *Solanum tuberosum*, en sus dos variedades: moderna y nativa, en los productores del distrito de Huasahuasi, en el departamento Junín de Perú. La metodología empleada fue la Simulación Estocástica de Monte Carlo para evaluar la rentabilidad y riesgo intrínseco de la producción agrícola en ambos tipos de oferta. Los resultados muestran que no existe una diferencia significativa en la rentabilidad y riesgo en estas dos variedades. El valor esperado de la rentabilidad, así como el valor mínimo y máximo de esta variable, para el caso de la papa moderna, son: S/. 9639, S/. -6290; y S/. 28476, respectivamente. En el caso de la papa nativa, estos valores corresponden a S/. 7240, S/. -3754; y S/. 24476. Asimismo, se logró identificar que los productores ofertan una mayor cantidad de papa moderna en comparación de la papa nativa, puesto que la productividad por unidad de tierra; y la superficie sembrada promedio por productor, ascienden a 27 t.ha⁻¹ y 16 t.ha⁻¹; y 2,46 ha y 1,26 ha, para la papa moderna y nativa, respectivamente. No obstante, la compra efectiva – por parte de intermediarios –; y el acceso a grandes mercados, son las variables más relevantes en la toma de decisiones económicas respecto de la oferta agregada de papa en Huasahuasi.

Palabras clave adicionales: Oferta agrícola, rentabilidad, papas comerciales, simulación estocástica.

* Autor para correspondencia. E- Mail: cminaya@lamolina.edu.pe

¹ Mg. Sc. Carlos Alberto Minaya Gutiérrez. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento Académico de Economía y Planificación. Dirección postal: 15024.

² Mg. Sc. Duber Orlando Chinguel Laban. Universidad Nacional Agraria La Molina. Unidad de Investigación de la Facultad de Economía y Planificación. Dirección postal: 15024. E. Mail: duorchinguel@lamolina.edu.pe.



Economic analysis of the agricultural supply of commercial varieties of peruvian potatoes

Abstract

This paper aims to identify the most relevant variables that explain the economic supply of potato "*Solanum tuberosum*", in its two varieties: modern and native, in growers in the Huasahuasi district, in the Junín department of Peru. The methodology used was the Stochastic Monte Carlo Simulation to evaluate the profitability and intrinsic risk of agricultural production in both types of supply. The results show that there is no significant difference in the profitability and risk of these two varieties: The expected value of the profitability, as well as the minimum and maximum value of this variable, in the case of modern potatoes, are: S /. 9639, S /. -6290; and S /. 28476. In the case of native potatoes, these values correspond to S /. 7240, S /. -3754; and S /. 24476. Also, it was found that these growers offer a greater quantity of modern potato compared to native potato, since productivity per unit of land; and the cultivated area, average per grower, amounts to 27 t.ha⁻¹ and 16 t.ha⁻¹; and 2,46 ha and 1,26 ha, for modern and native potatoes, respectively. However, the effective purchase - by intermediaries -; and access to large markets are the most relevant variables in making economic decisions regarding the aggregate supply of potatoes in Huasahuasi.

Additional Keywords: Agricultural supply, profitability, commercial potatoes, stochastic simulation.

Introducción

La papa es el cultivo más importante de tubérculos en el mundo y es el tercero en importancia como alimento de consumo humano. Se produce en más de 100 países en el mundo. La producción mundial de este producto creció de 267 millones de toneladas, en 1990, a 373,83 millones de toneladas en 2016, mientras que el comercio internacional se ha duplicado en volumen y creció casi cuatro veces en valor desde la mitad de la década de 1980 (este crecimiento considera productos procesados, congelados y deshidratados de papa) (Torero, 2018).

Velasco *et al.*, (2019), señalan que la producción de papa y sus relaciones comerciales en la cadena productiva, es una de las fuentes más importantes de ingresos y seguridad alimentaria para miles de pequeños agricultores andinos, quienes enfrentan diversos problemas como la creciente tendencia a la

urbanización, volatilidad de precios, escasez de agua y tierra, entre otros.

En el Perú, la superficie cosechada de papa al 2016, asciende a 311 200 ha, ocupando así el segundo lugar en importancia de cultivos cosechados, sólo después del arroz dentro del conjunto de cultivos transitorios que se siembran cotidianamente en el país (MINAGRI, 2017). Por otro lado, Diez *et al.*, (2013) señalan que la papa es la base de la alimentación de la zona andina del Perú y que la oferta total de este tubérculo es producida por 600 000 pequeñas unidades agrarias. Asimismo, resaltan su alto consumo per cápita: de 90 kg. año⁻¹; no obstante, advierten que la papa compite directamente con el trigo y el arroz en la dieta alimentaria del consumidor peruano.

No obstante, si bien en los últimos años el dinamismo del consumo y producción de las principales variedades de papa moderna (Canchán, Yungay, Única, Perrichili, entre otros) en el Perú ha sido

importante, en términos de rentabilidad económica, el resultado ha sido bastante variable. Entre las principales razones que explican lo anterior, se pueden señalar al tipo de semilla utilizada (Diez y Echevarría, 2011), la sobreoferta temporal - que genera disminución del precio de mercado (MINAGRI, 2019); y la significativa variabilidad de la productividad por unidad de tierra en distintos ámbitos: distritos, provincias, departamentos; e incluso entre productores dentro de un mismo ámbito (Diez *et al.*, 2013, 2018; Minaya, 2015; López, 2019).

De acuerdo a ello, Gorriti (2003) y Diez *et al.*, (2018) señalan que los productores y tomadores de decisiones - a nivel nacional - desconocen, en general, la rentabilidad de los cultivos que se producen a lo largo del Perú. En ese sentido, el segundo grupo de autores resalta que, por ejemplo, no existe información de calidad sobre el impacto de nuevas semillas, tales como las transgénicas y cisgénicas, en los rendimientos agrícolas, costos, variación de rentabilidad; y en la formulación de políticas agrícolas, en general, sobre todo en el caso del maíz amarillo duro y la papa. No obstante, en el caso de la papa moderna, Minaya (2015) señala que la probabilidad de obtener rentabilidad negativa es significativa para los departamentos Lima y Huánuco: 23,1 % y 45,7 %, respectivamente. En el caso de Ayacucho, López (2019), estima un 39 % de probabilidad. Es importante precisar que ambos autores utilizan la metodología de la Simulación Estocástica de Monte Carlo (SMC).

El análisis de la rentabilidad en el sector agrícola, especialmente en el caso de la pequeña y mediana agricultura familiar es importante, ya que estos productores aquejan problemas estructurales referidos

a la imposibilidad de contratar seguros u obtener financiamiento comercial para sobrellevar eventuales resultados negativos en una campaña agrícola, o incluso en varias consecutivas. Lo anterior podría implicar una mayor severidad de la pobreza y pobreza extrema en el sector rural de la economía, predominantemente agrícola. En última instancia, implicaría también el agravamiento de la inseguridad alimentaria, sobre todo cuando se consideran bienes de alta biodiversidad (Rosales y Mercado, 2020).

En esa misma línea, Escobal *et al.* (2015), señalan que en el Perú existe amplio consenso acerca de que la pequeña y mediana agricultura es diversa, opera en contextos muy heterogéneos, y muestra distintos grados de articulación con los mercados de productos y factores, no obstante, el conocimiento sobre este segmento de productores es escaso, puesto que la caracterización de los principales elementos estructurales de esta agricultura se limita a variables *stock*. Casi no existe información sobre flujos – por ejemplo, producción, costos o rentabilidad –, lo que impide dar cuenta del valor de la producción o el nivel de rentabilidad que tiene este tipo de productor.

En el Perú, debido a que la información disponible de los costos de producción de bienes agrícolas, presenta, generalmente sólo costos explícitos, los estudios que estiman la rentabilidad en este sector productivo, al menos en el caso de los pequeños y medianos productores, estarían subestimando el costo económico de producción (sumatoria de los costos explícitos e implícitos; estos últimos, representan el valor económico de aquellos insumos que no se pueden adquirir directamente en los mercados, por lo cual deben estimarse en base a los

costos de oportunidad de estos recursos), por lo que, *a priori*, la oferta de bienes agrícolas no estaría representando el comportamiento de maximización de rentabilidad de estos agentes económicos. Esta realidad ocurre tanto para datos de corte transversal (para un mismo producto en un ámbito determinado; o entre distintos bienes agrícolas en un ámbito determinado) y datos en serie temporal (entre campañas de producción).

En consecuencia, la estimación de la rentabilidad agrícola corresponderá, en última instancia, a una aproximación de los beneficios económicos en este sector productivo. Al respecto, Minaya (2015) y López (2019), señalan que, el indicador de la rentabilidad en el sector agrícola, en el caso de la pequeña y mediana agricultura, se puede aproximar a través del margen bruto por hectárea, puesto que en la producción agrícola existen dificultades significativas para imputar costos de oportunidad relacionados al uso de la propia mano de obra o la de familiares, al capital financiero invertido en la campaña agrícola, a la renta de la superficie de tierra para siembra, entre otros.

De acuerdo con la teoría económica, es de esperar que una expectativa positiva sobre el precio de un bien agrícola conlleve a aumentar su oferta, lo que aumentará la superficie sembrada de tal bien y generará una disminución de la superficie sembrada - y cosechada -, de bienes agrícolas que compiten por una superficie fija de tierra. Por supuesto, este análisis es válido para cuando el agricultor no puede disponer de mayores superficies de tierra para siembra, sea por cuestiones de limitado capital financiero, minimización de riesgo, etc.

Análisis económico en el sector agrícola

En el 2016 el Valor Bruto de la Producción (VBP) de la papa comercial llegó a representar el 10,6 % del VBP del subsector agrícola, convirtiéndose en el segundo producto más importante de la agricultura del Perú, siendo solamente superado por el VBP correspondiente al arroz (13,4 %) (MINAGRI, 2017).

No obstante, existen condiciones de producción muy heterogéneas para la papa a lo largo del Perú, lo cual se refleja tanto en los resultados productivos como en la rentabilidad del cultivo en distintas zonas productoras. Tal es así que, en 19 de los 25 departamentos del Perú donde se cultiva este tubérculo, el 47,1 % de la producción corresponde a los departamentos de la zona sierra sur (Puno, Apurímac, Cusco, Arequipa, Ayacucho, Moquegua y Tacna), el 28,5 % al conjunto de departamentos de la zona sierra centro (Huánuco, Junín, Huancavelica y Pasco), el 20,3 % al grupo de departamentos de la zona sierra norte (La Libertad, Cajamarca, Ancash, Amazonas, Piura y Lambayeque); y, el 4,1 % restante, a la producción de los departamentos de la zona centro costa (Lima e Ica) (MINAGRI, 2017).

Sin embargo, el Gran Mercado Mayorista de Lima Metropolitana (GMML) constituye el principal mercado para la comercialización de papa. De acuerdo con el MINAGRI (2017), en el 2016 se comercializaron en el GMML un total de 540 mil 477 toneladas de papa de distintas variedades; que representaron un 1,5% más, que el volumen transado el año anterior; debido a que las zonas productoras, que abastecen a este mercado, obtuvieron una mayor oferta.

Al respecto, Shimizu y Scott (2014) analizaron la cadena productiva de la papa para el caso de Lima Metropolitana. Al identificar a los actores principales de la cadena y analizar sus interrelaciones en el mercado de este tubérculo, señalan que los productores, acopiadores y mayoristas tradicionales solamente trasladan los tubérculos de la zona de producción a la ciudad sin ninguna transformación física, generando *cuasi* un nulo valor agregado en la papa, desde la chacra hasta el consumo final.

Wongchuig (2012) identificó y analizó las variables más significativas que influyen en la elección de cultivos a sembrar en los pequeños agricultores de Mala (zona centro costa del Perú), estas son: costo de producción, productividad de la tierra, costumbres culturales de siembra y precios en chacra de la campaña anterior, siendo la primera, la variable más significativa respecto a la determinación de la oferta de bienes agrícolas.

Por otro lado, Diez y Echevarría (2011), evaluaron el impacto económico del uso de semilla certificada de papa en el cultivar Canchán, en el distrito de Huasahuasi. Aplicando la metodología del presupuesto parcial, consideraron 2 grupos de productores, ambos con similares condiciones productivas y tecnológicas, sólo diferenciados por el uso de semilla certificada y no certificada (básica). Los resultados indican que los productores que usan semilla certificada obtienen un beneficio bruto mayor que el grupo de agricultores que usan semilla básica. El ratio beneficio - costo promedio estimado es 3,77. Según el Instituto Cuanto (2010), la utilización de este tipo de semilla garantiza menos mezclas en la variedad, puesto que se trata de una semilla que no ha sido producto de las mezclas de otras semillas,

generando que presente uniformidad genética. También, garantiza pocas enfermedades y un mayor rendimiento a comparación de la semilla común para el cultivo. El MINAGRI (2013), señala que la utilización de una semilla de papa de calidad genera el incremento de la productividad; y por ende de la producción del cultivo y la mejora del nivel de vida de los agricultores, vía el aumento de sus ingresos.

En este contexto, el objetivo del presente estudio es identificar las variables más relevantes que explican la oferta económica de la “papa” *Solanum tuberosum*, en sus dos variedades: moderna y nativa, en los medianos productores del distrito de Huasahuasi, en el departamento Junín de Perú.

Materiales y métodos

Ámbito de estudio

Huasahuasi es uno de los 9 distritos de la provincia de Tarma, departamento Junín (**Ver Figura 1**). Se ubica a 2 827 msnm con una extensión de 1600 km². La tierra húmeda favorece a la producción de los cultivos, tales como la papa, maíz, habas, arvejas, zanahorias, siendo la papa el principal producto de la actividad agrícola en este distrito. Además, es importante señalar que el 60 % de la producción de papa moderna se destina a la venta; y el resto es usado como semilla (de ahí su reconocimiento como la capital semillera de papas del Perú) (Flores y Villugas, 2019). Los principales destinos de la oferta agregada de papa moderna de Huasahuasi son los mercados de las ciudades de Tarma y Chanchamayo (Junín); y Lima. En el caso de las semillas, sus principales mercados son Ica, Lima, Arequipa y Chiclayo (Lambayeque).

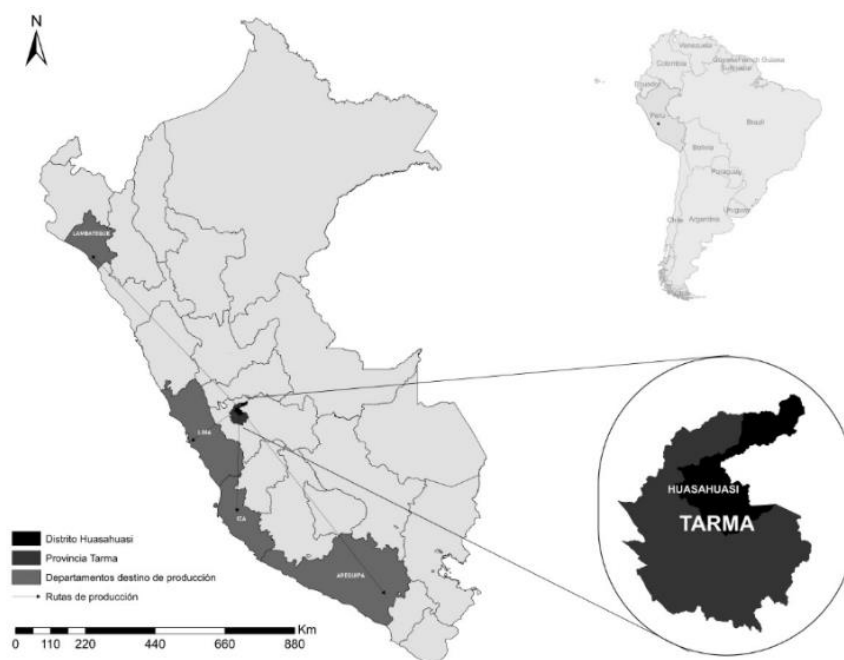


Figura 1. Mapa de Huasahuasi Fuente: Elaboración propia

Muestreo, aplicación y estadísticas descriptivas de la encuesta

La población objetivo corresponde al total de medianos agricultores de papa del distrito de Huasahuasi. La unidad de análisis es el mediano productor, quien generalmente es el jefe de hogar, que se dedica, principalmente, a actividades agrícolas y pecuarias.

De acuerdo con Scharager y Armijo (2001), una muestra puede ser obtenida de dos formas: probabilística y no probabilística. Las técnicas de muestreo no probabilístico permiten la selección de las unidades de análisis, en función a los requerimientos de las características y criterios propios de un estudio (casos de poblaciones heterogéneas, estudios dirigidos a grupos muy específicos, etc.). Por otro lado, las técnicas de muestreo probabilístico permiten conocer la probabilidad que cada individuo estudiado tiene de ser incluido en la muestra a través de una selección al azar.

En este estudio, el tipo de muestreo realizado fue no probabilístico por conveniencia. De esta manera, considerándose la información del número de productores y la representatividad de la superficie sembrada de la provincia de Tarma respecto del departamento Junín, se determinó un tamaño de muestra de 50 agricultores de la papa, divididos en 2 grupos: 25 encuestados para cada variedad: moderna (Canchán, Yungay y Única) y nativa (Peruanita, Amarilla Tumbay y Huayro).

Las encuestas fueron aplicadas por estudiantes universitarios previamente capacitados. Este proceso se desarrolló entre enero y febrero de 2019 y consideró el levantamiento de información de la campaña agrícola 2018 – 2019 (siembra: entre mayo, junio y julio de 2018; y cosecha, pos cosecha y venta final: entre enero, febrero y marzo de 2019). (Ver **tabla 1**).

Tabla 1. Principales estadísticas descriptivas de la encuesta*

Indicador	Media	Desviación	Mín	Máx	Moda
Sexo del agricultor (0 = mujer; 1 = hombre)	0,72 (0,72)	0,46 (0,46)	0 (0)	1 (1)	1 (1)
Años de experiencia como agricultor de papa	17,68 (14,68)	7,28 (6,70)	8 (9)	40 (40)	15 (10)
Superficie total sembrada (ha)	2,46 (1,26)	1,04 (0,39)	1 (0,5)	4 (2)	2 (1)
Fuente de información para toma de decisiones (0 = MINAGRI; 1 = Internet y redes; 2 = Tiendas de semillas; 3 = Colegas productores; 4 = Otra)	2,24 (3)	0,72 (0)	0 (3)	4 (3)	2 (3)
Productividad de la tierra (t.ha ⁻¹)	27 (16)	4,09 (3,69)	20 (10)	30 (25)	30 (18)
Ingreso total por hectárea (S/.)	18904 (18305)	11800,26 (5993,22)	5000 (5000)	39000 (33700)	8000 (21600)
Precio de venta por kg (S/.)	0,68 8 (1,15)	0,37 (0,24)	0,2 (0,4)	1,3 (1,35)	0,4 (1,3)
Costo total de producción por hectárea (S/.)	10367 (8232)	1199,79 (1098,41)	9145 (5740)	15312 (9600)	10700 (9000)
Rentabilidad por hectárea (S/.)	8537 (10073)	11690,36 (5629,57)	4946 (2250)	28650 (24750)	N.A. (N.A.)
Forma de venta (0 = Mercado local o plaza); 1 = Intermediario	0,72 (0)	0,46 (0)	0 (0)	1 (0)	1 (0)
Problemas recurrentes en el cultivo de papa (2 = "Alternaria"; 3 = "Gusano de papa"; 4 = "Rancha"; 5 = [2] + [3]; 6 = [2] + [4]; 7 = [3] + [4]; 9 = [2] + [3] + [4])	7,92 (3,92)	1,53 (1,55)	5 (3)	9 (7)	9 (3)
Tipo de riego (0 = Secano; 1 = Tecnificado; 2 = Ambos)	1,08 (0)	0,4 (0)	0 (0)	2 (0)	1 (0)
Tipo de semilla utilizada en la producción (0 = Básica; 1 = Certificada)	0,72 (0)	0,46 (0)	0 (0)	1 (1)	1 (0)

Fuente: Elaboración propia en base a información primaria. * Los datos entre paréntesis corresponden a la papa nativa.

Del total de encuestados en Huasahuasi, el 72% tiene a un hombre como jefe de hogar o agricultor de papa (esta representación corresponde a los agricultores de ambas variedades de papa), con un promedio de 18 y 15 años de experiencia en la producción agrícola, respectivamente. En cuanto a la superficie sembrada, cabe destacar que el área destinada a la producción de papa moderna es de casi el doble que el de la papa nativa (2,46 has vs 1,26 has),

incluso cuando se observan los valores máximos de esta variable: 4 has vs 2 has. En el caso de la productividad de la tierra, se evidencia una diferencia significativa de alrededor de 70%: 27 t.ha⁻¹ vs 16 t.ha⁻¹, para el caso de la papa moderna y nativa, respectivamente.

La Tabla 2, presenta las principales preguntas realizadas a los agricultores de papa en Huasahuasi y su relación con la definición de qué variedad de papa producir y ofertar.

Tabla 2. Principales preguntas realizadas en las entrevistas a los agricultores de papa en Huasahuasi

Pregunta realizada a los productores de papa en Huasahuasi	Principales respuestas
1.- ¿Cuáles son las variables más significativas que definen qué cultivos producir?	<ul style="list-style-type: none"> • Precio • Seguridad de la demanda (compra efectiva y acceso a grandes mercados) • Problemas agronómicos en el cultivo: “Alternaria”, “rancha”, etc.
2.- En cualquiera de las dos variedades de papa, ¿cómo identifica el riesgo en la producción agrícola?	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas agronómicos en el cultivo • Sobreoferta de papa (localmente) y reducción del precio en chacra • Problemas climáticos
3.- ¿Considera que producir y vender papa moderna es más riesgosa que la papa nativa?	<ul style="list-style-type: none"> • El riesgo es similar
4.- ¿Por qué decide producir y vender papa nativa; y no solamente algún tipo de papa moderna?	<ul style="list-style-type: none"> • Precio esperado más alto y menos volátil • Menos problemas agronómicos en el cultivo
5.- ¿Disminuye el riesgo de producción agrícola cultivando ambos tipos de papa?	<ul style="list-style-type: none"> • Sí, pues se diversifica el riesgo de pérdida económica por lo menos en un 30% de los ingresos totales

Fuente: Elaboración propia en base a información primaria

Asimismo, respecto de la forma de venta de ambas variedades de papa, los agricultores de papa moderna señalaron, en su gran mayoría (72%), comerciar con intermediarios y mayoristas – de los mercados de Tarma, Huancayo y Lima, principalmente –, mientras que el 100% de agricultores de papa nativa venden su producción en los mercados, ferias y plazas locales. Otro dato relevante es el referido a los problemas agronómicos que

sufren ambos cultivos de papa en Huasahuasi. Ambas variedades presentan los problemas de “alternaria” *Alternaria solani*, “gusano de papa” *Premnotrypes vorax* y “rancha” *Phytophthora infestans*. En el caso de la papa moderna, en el 64% de los casos, se presentan los 3 problemas en simultáneo (64%). En el caso de la papa nativa, si bien estos 3 problemas no se presentan en simultáneo, el problema agronómico principal es del “gusano de papa” (72%).

Respecto del tipo de semilla utilizada en la producción agrícola, el 100% de los agricultores de papa nativa declararon utilizar semilla básica, mientras que el 72% de productores de papa moderna utilizan semilla certificada. En el mismo sentido, el 100% de los agricultores de papa nativa emplean el riego bajo seco, mientras que el 84% de los agricultores de papa moderna declararon emplear el riego tecnificado, el 4% utiliza riego bajo seco, mientras que el 12% utilizan ambos tipos de riego.

Simulación Estocástica de Monte Carlo

La simulación es el desarrollo de un modelo lógico-matemático de un sistema. Esto permite imitar el proceso del sistema en reiteradas oportunidades. Por tanto, la simulación involucra la generación de una historia artificial del sistema y la observación de esta historia mediante la manipulación experimental. Adicionalmente, la simulación contribuye a inferir las características operacionales de tal sistema (Azofeifa, 2004).

La SMC es básicamente un muestreo experimental cuyo propósito es estimar las distribuciones de las variables de salida que dependen de variables probabilísticas de entrada, que presentan un componente de incertidumbre, puesto que sus magnitudes se basan en

expectativas futuras – o riesgo de que las premisas de proyección adoptadas (al inicio de la toma de decisiones) no se concreten.

En ese sentido, una de las alternativas para la estimación del riesgo inherente al proceso de toma de decisiones bajo un contexto de incertidumbre consiste en la incorporación de la SMC al modelo de evaluación determinístico convencional, desarrollándose así un modelo estocástico que, como tal, permite un análisis estadístico del riesgo (De Oliveira y De Medeiros, 2012).

Según Evans y Olson (1998), la correcta identificación de las distribuciones de probabilidad de los datos de entrada es fundamental en el proceso de simulación. Para ello, se utiliza el análisis empírico e histórico de los datos, para luego adaptarlos a la distribución o seleccionar la distribución y ajustar sus parámetros en caso de indisponibilidad de los datos.

En ese sentido, Prates *et al.* (1991), señalan que el método de la SMC exige que se disponga de un buen generador de números aleatorios, puesto que, de lo contrario, los resultados obtenidos serán, evidentemente dudosos. El esquema que sustenta la SMC se presenta a continuación.

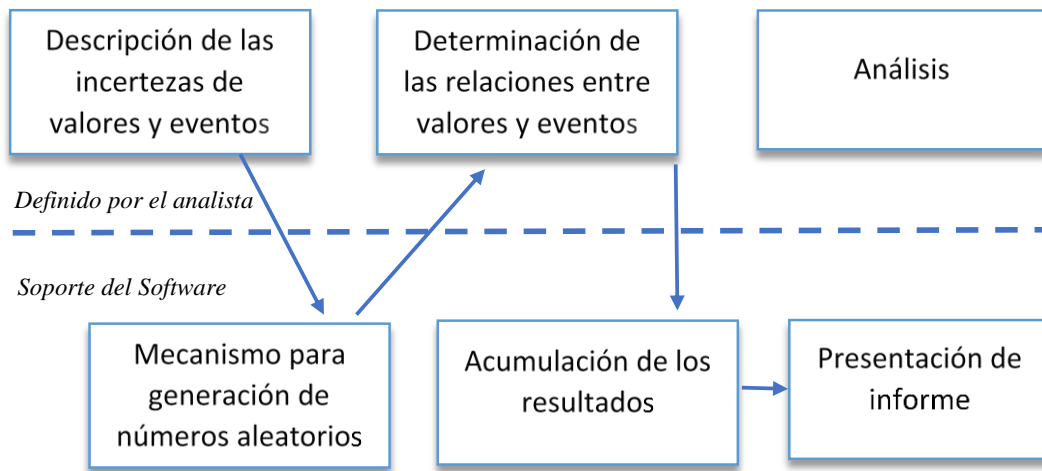


Figura 2. Esquema de la SMC

Fuente: Elaboración propia en base a De Oliveira y De Medeiros (2012)

Finalmente, la metodología necesaria para desarrollar la secuencia de la SMC se puede dividir en dos etapas. La primera está dedicada a la construcción del modelo determinístico, mientras que el segundo consiste en identificar las incertidumbres de este modelo

desarrollado, para luego realizar un análisis estocástico de escenarios utilizando la SMC, considerándose así el riesgo de que las premisas adoptadas alcancen valores diferentes a los proyectados en el modelo determinístico. La siguiente figura resume lo anterior.



Figura 3. Secuencia del proceso de construcción del modelo estocástico utilizando la SMC

Fuente: Elaboración propia en base a De Oliveira y De Medeiros (2012)

Resultados

Rentabilidad y riesgo en las dos variedades de papa en Huasahuasi

Seiko *et al.*, (2008), Spada *et al.*, (2011), Minaya (2015) y López (2019), utilizan el indicador margen bruto por hectárea

$$E_i(\pi) = (\bar{P})(q_i) - \left[\sum_{i=1}^n Cfu_i + Cp_i + Cs_i + Cfe_i + Cm_i + Cmo_i \right] \dots (1)$$

Es preciso señalar que, para la estimación de la rentabilidad, si bien se consideró el valor promedio de cada una de las variables de la expresión (1), estos valores no corresponden a un promedio determinístico (aritmético, geométrico, etc.) sino a uno probabilístico. Es decir, el valor medio de cada una de las variables, es la esperanza matemática o valor esperado de las variables, de acuerdo a su

$E_i(\pi)$ para estimar, *grosso modo*, la

rentabilidad agrícola, bajo un entorno de riesgo, de la oferta de bienes agrícolas en la pequeña y mediana agricultura, de acuerdo a la siguiente expresión:

correspondiente función de densidad de probabilidad.

Por otro lado, debido a la importancia poco significativa de los costos determinísticos referidos a los valores del estiércol (abono), costales, gastos imprevistos y demás costos (representan entre el 1 y 2 % del costo total de producción), estos no se consideraron en la expresión (1) para la estimación y evaluación de la rentabilidad agrícola.

Tabla 3. Parámetros de las variables en el modelo de simulación.

Ítem	Papa moderna			Papa nativa		
	Unidades	Distribución de prob.	Parámetros	Unidades	Distribución de prob.	Parámetros
Precio en chacra	S/. kg ⁻¹	Uniforme	0,2;1,30	S/. kg ⁻¹	Uniforme	0,4;1,35
Rendimiento	S/. kg ⁻¹	Triangular	20;30;30	S/. kg ⁻¹	Triangular	10;18;25
Costos de fungicidas	S/. kg ⁻¹	Triangular	1500;1800;2000	S/. kg ⁻¹	Triangular	1000;1650;1750
Costos de plaguicidas	S/. kg ⁻¹	Triangular	1500;2000;2500	S/. kg ⁻¹	Triangular	1250; 1800;1950
Costos de semillas	S/. kg ⁻¹	Triangular	1100;1500;2700	S/. kg ⁻¹	Triangular	970;1200; 1600
Costos de fertilizantes	S/. kg ⁻¹	Triangular	1050;1500;3612	S/. kg ⁻¹	Triangular	900;1300;1500
Costo de maquinaria	S/. kg ⁻¹	Uniforme	1000;1500	S/. kg ⁻¹	Uniforme	500;1200
Costo de mano de obra	S/. kg ⁻¹	Uniforme	1700;2500	S/. kg ⁻¹	Uniforme	1000;1950

Fuente: Elaboración propia en base a la salida del software @risk

La Tabla 3, presenta los valores de los parámetros de la función de densidad de probabilidad de las variables de entrada para la determinación de la rentabilidad por hectárea en la producción de papa, en

sus dos variedades. Cada conjunto de parámetros representa el comportamiento estocástico específico de, por ejemplo, el precio en chacra de la papa: valor mínimo y máximo; rendimiento por hectárea: valor mínimo, máximo y moda, etc.

Tabla 4. Estadísticas descriptivas de la rentabilidad por hectárea en ambas variedades de papa.

Medidas estadísticas	Papa moderna	Papa nativa
Número de iteraciones	10000	10000
Valor esperado (esperanza matemática)	9639,98	7240,33
Desviación estándar	8701,15	5640,51
Mediana	9485,92	6751,89
Moda	916,96	1790,90
Mínimo	-6290,58	-3754,31
Máximo	28476,64	24476,77
Coefficiente de variabilidad	0,9	0,78

Fuente: Elaboración propia en base a la salida del software @risk

La Tabla anterior muestra las estadísticas descriptivas de la variable de salida: rentabilidad bruta en la producción de ambos tipos de papa ofertada en Huasahuasi. En donde se realizaron un total de 10 000 iteraciones en el proceso de simulación. Asimismo, se utilizaron como variables de entrada las distribuciones de probabilidad de las variables descritas en la sección anterior y que son parte del modelo. La diferencia de rentabilidad entre ambas variedades de papa es mínima: En el caso de la papa moderna, se obtuvo una rentabilidad promedio de S/. 9 639,98 ha⁻¹ y en la papa nativa, S/. 7 240,33 ha⁻¹, lo que implicaría, *a priori*, que esta variable por sí misma no sería relevante para que un agricultor opte por ofertar una determinada variedad de papa en Huasahuasi.

El valor mínimo del margen bruto por hectárea ($E(\pi_i)$) (el escenario más

desfavorable – en función del valor de las variables de entrada-; o lo que es lo mismo, 100% de riesgo en esta actividad productiva) para el caso de la papa moderna, asciende a S/. -6 290,58 ha⁻¹, mientras que en el caso de la papa nativa

se obtiene S/. -3 754,31 ha⁻¹. Por otro lado, el máximo valor de margen bruto por hectárea (ausencia total de riesgo) es de S/. 28 476,64 ha⁻¹ para la papa moderna y S/. 24 476,77 ha⁻¹, respectivamente.

En cuanto al riesgo del margen bruto por hectárea (σ), el análisis indica que es más elevado en la producción de papa moderna (con una desviación estándar de 8701,15). Por lo tanto, el coeficiente de variabilidad (cv) es también elevado, con un valor de 0,9 en comparación con la papa nativa (0,78).

La lectura de este índice es un tanto simple: Indica que para obtener una unidad monetaria más de rentabilidad (S/.1 adicional) es necesario arriesgar 0,9 unidades monetarias (o sea, es necesario arriesgar S/. 0,9 soles, puesto que el coeficiente de variabilidad es una medida relativa de dispersión y no tiene unidades de medida). En base a teoría estadística básica, es importante precisar que el coeficiente de variabilidad es un indicador de comparación entre dos alternativas de inversión cuando los rendimientos esperados no son los mismos.



Figura 4. Rangos de los valores esperados del margen bruto por hectárea en la producción de papa moderna en Huasahuasi. **Fuente:** Reporte del software @risk

En la Figura 4, se observa un amplio rango de distintos valores (escenarios) del margen bruto por hectárea a partir de la producción de papa moderna en el distrito de Huasahuasi. Es decir, las probabilidades de ocurrencia (de 0 % a 100 %) generan valores monetarios que se distribuyen entre S/. -6 290,58 ha⁻¹ (pérdidas) y S/. 28 476,64 ha⁻¹ (ganancias). Este rango de valores tiene una media (valor esperado) de S/. 9

639,98 ha⁻¹. Al mismo tiempo, en base a la Tabla 5, se puede señalar que la probabilidad acumulada de obtener beneficios positivos es de 80 % (S/. 794,02 de rentabilidad). En base a la misma tabla, se puede notar que existe un 5 % de probabilidad para eventos poco probables, obtener niveles de rentabilidad positivos y exorbitantes, entre S/. 23 850 ha⁻¹ y S/. 28 476,64 ha⁻¹.

Tabla 5. Percentiles de riesgo en la rentabilidad de ambas variedades de papa en Huasahuasi.

Nivel de riesgo	Valor esperado de la rentabilidad en papa moderna (S/.)	Valor esperado de la rentabilidad en papa nativa(S/.)
100%	-6290,58	-3754,31
95%	-3634,71	-914,69
90%	-2133,29	171,27
85%	-745,21	1025,77
80%	794,02	1855,76
50%	9485,92	6751,89
10%	21688,53	15155,30
5%	23849,23	17170,52
0%	28476,64	24476,77

Fuente: Elaboración propia en base a la salida del software @risk

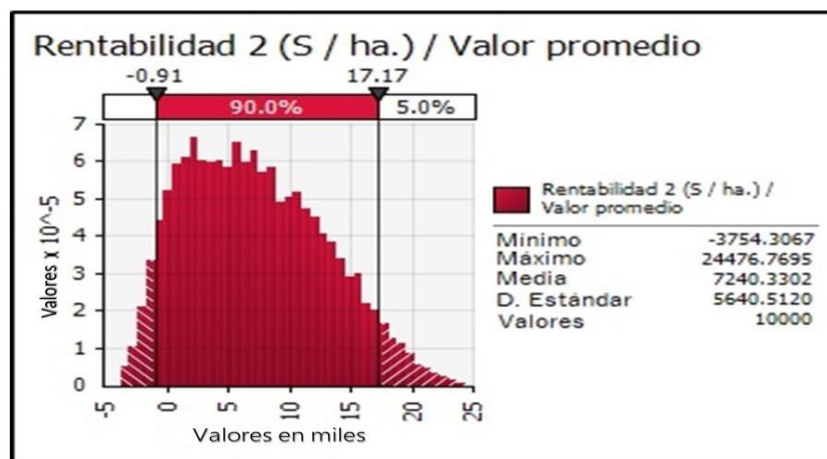


Figura 5. Rangos de los valores esperados del margen bruto por hectárea en la producción de papa nativa en Huasahuasi. **Fuente:** Reporte del software @risk

Al igual que en el caso de la papa moderna, la Figura 5 muestra una serie de valores esperados para la rentabilidad de la papa nativa. En base a la Tabla 5, se puede señalar que la probabilidad acumulada de obtener beneficios positivos es de 90 % (S/. 171, 27 de rentabilidad). Es de destacar, que la probabilidad para obtener niveles de rentabilidad positivos y exorbitantes (5% de nivel de riesgo), fluctúa entre S/. 17 170, 52 ha⁻¹ y S/. 24 476, 77 ha⁻¹.

Discusión

Los resultados anteriores muestran que a partir de la producción de la papa nativa también es posible que se registren pérdidas económicas. No obstante, la probabilidad acumulada de obtener rentabilidad negativa es menor en comparación al caso de la papa moderna (10% vs 20%). En ese sentido, *a priori*, se podría señalar que esta variedad debería tener mayor opción de elección respecto de la superficie sembrada y cosechada para ofertarse en los mercados. Por supuesto, aquí sólo se considera un análisis entre dos tipos de productos

(variedades), por el lado de la oferta, *per se*, sin considerar factores de demanda u otros intrínsecos a la dinámica de los mercados agrícolas.

Por otro lado, es preciso señalar que estudios anteriores emplearon la SMC para analizar y evaluar comparativamente la rentabilidad y riesgos en dos tipos de oferta agrícola, en el caso de la papa, en Perú: Oferta convencional versus cisgénica (Diez *et al.*, 2013; 2018; Luna, 2013; Vidal, 2014, Echevarría, 2014); y oferta en distintos ámbitos de producción (Minaya, 2015; López, 2019). Estas investigaciones tienen como denominador común la evaluación de la dinámica productiva y de rentabilidad (productividad, superficie sembrada y/o cosechada, costos de producción, etc.), por el lado de la oferta exclusivamente. El análisis de la demanda de mercado y su impacto en la rentabilidad de los agricultores no se considera.

Tales investigaciones realizaron el análisis de la rentabilidad de la oferta de papa contemplando sólo las principales variedades de papa moderna (papas

blancas comerciales). El primer grupo de investigaciones concluye que la oferta de papa blanca comercial que utiliza semilla cisgénica (resistente a diversas enfermedades, entre ellas a la “rancha” (*Phytophthora infestans*)) es más rentable para los agricultores, además de tornar menos riesgosa la actividad agrícola, puesto que las probabilidades de obtener un resultado económico negativo se reducen significativamente (50% en promedio). La mayor productividad (por el rendimiento de las nuevas semillas y la reducción de pérdidas por la resistencia a enfermedades); y el ahorro en costos de pesticidas y fungicidas explican en gran medida lo anterior.

El segundo grupo de investigaciones evalúa diferencias de rentabilidad y riesgos en la producción de papas blancas comerciales, en distintos ámbitos del Perú. En esa línea, la evaluación económica de la oferta de variedades comerciales de papas modernas y nativas en Huasahuasi muestra que la rentabilidad y riesgo de la producción es similar en ambas variedades, de lo que se desprende que un agricultor sería indiferente entre optar por ofertar una u otra variedad. Muy probablemente otro tipo de variables, ajenas a la oferta, son las que definen qué tipo de variedad se producirá en mayor medida.

Variables externas a la estimación de la rentabilidad agrícola y su relación con la oferta de variedades de papa en Huasahuasi

Si bien la evaluación económica de la rentabilidad agrícola, en un entorno de riesgo, puede realizarse *ex-ante*, las decisiones económicas de los productores dependen de las condiciones vigentes en el mercado, al momento en que se acuerda la compra y venta del bien (precio efectivo). En consecuencia, el

volumen de venta, así como el precio del bien agrícola, dependerán, en última instancia, de la demanda de mercado.

En ese sentido, Scott y Kleinwechter (2017), estimaron la demanda, oferta y comercio internacional de la papa comercial en América del Sur, hasta el año 2030. De acuerdo a ello, proyectan que la demanda de este producto en el Perú crecerá a una tasa promedio anual de 1, 3% (en un escenario de crecimiento histórico normal). Este dinamismo en el consumo se debe a que la gran mayoría de variedades de papas modernas comerciales se consideran productos relativamente baratos, además de estar asociado al *boom* gastronómico peruano e incluso porque se considera como patrimonio cultural nacional.

Por otro lado, Peña *et al.*, (2008), respecto a la cadena productiva, señalan que hace referencia a la manera de cómo un conjunto de actores se relaciona en función de un producto específico, para agregar o aumentar su valor a lo largo de los diferentes eslabones, desde la etapa de producción hasta el consumo final, incluyendo la comercialización, el mercadeo y la distribución. Asimismo, Porter (1985), sostiene que las cadenas productivas facilitan el flujo de información entre los actores de un mercado y permiten analizar de manera independiente y conjunta cada eslabón de la cadena.

En las encuestas aplicadas se descartaron a aquellos agricultores que producen ambas variedades de papa de manera continua (producción que no se realiza de forma simultánea, por temas de estacionalidad), puesto que estos productores representaban un porcentaje mínimo respecto del total de productores encuestados en Huasahuasi (10%); y sobre todo porque el objetivo de este

estudio es analizar la oferta de ambos tipos de bienes de manera independiente. No obstante, es preciso señalar que los agricultores que declararon producir ambas variedades de papa, manifestaron que esa decisión se basa en disminuir el riesgo de pérdidas económicas de manera agregada. El precio esperado más elevado, y menos volátil, de la papa nativa es la variable que sostiene tal decisión (**Ver Tabla 2**).

El análisis de la información anterior permite señalar que, los agricultores consideran que el riesgo intrínseco en la producción de ambas variedades de papa es similar, considerándose los riesgos climáticos, agronómicos y de mercado (sobreoferta de papa y reducción de precios), por lo que, *a priori*, se podría considerar que esta variable no sería gravitante al momento de definir qué tipo de variedad producir. Asimismo, se constató que, si bien el precio de la papa nativa es más elevado y menos volátil que la papa moderna, la seguridad de la demanda: compra efectiva – por parte de intermediarios – y acceso a grandes mercados, es la variable más significativa que influye en la decisión final de oferta de papa en Huasahuasi.

Conclusiones

El presente estudio analizó la oferta económica de dos variedades de papa en Huasahuasi, denominada la capital semillera de papas en el Perú, a través de la evaluación de la rentabilidad y riesgo de la actividad productiva en un entorno probabilístico. Los resultados mostraron que el valor esperado de la rentabilidad, así como el valor mínimo y máximo de esta variable, para el caso de la papa moderna, son: S/. 9639, S/. -6290; y S/. 28476; mientras que, en el caso de la papa nativa, estos valores corresponden a S/. 7240, S/. -3754; y S/. 24476. Esto

sostiene que la diferencia de la rentabilidad y riesgo en ambas variedades de papa es no significativa. En otros términos, el resultado económico de la oferta de ambas variedades de papa es similar, puesto que, si se obtienen beneficios positivos, estos son estadísticamente iguales (según la muestra) en ambas variedades. En ese mismo sentido, la probabilidad de obtener beneficios negativos y positivos (valores mínimos y máximos de rentabilidad) es también similar en ambos casos. Por tanto, la variable rentabilidad por sí misma, no sería relevante para definir qué tipo de variedad producir y ofertar en Huasahuasi.

Esto sugiere que la mayor cantidad de papa moderna ofertada, en comparación a la papa nativa, en Huasahuasi, se determina por variables externas a la estimación de la rentabilidad, tales como el diferencial de precios en chacra o de productividad por unidad de tierra. En ese sentido, de acuerdo con el análisis de información primaria, se constató que la compra efectiva – por parte de intermediarios –; y el acceso a grandes mercados, son las variables más relevantes en la toma de decisiones económicas respecto de la oferta agregada de papa en Huasahuasi. Cabe precisar que el análisis de oferta no consideró la producción de semillas de las principales variedades comerciales de papa moderna, que presenta una demanda importante de las zonas costeras de Perú, tales como Lima, Arequipa y Lambayeque.

Los resultados de este estudio pueden ser utilizados como el punto de partida para el análisis económico de la oferta de bienes agrícolas y la elasticidad precio, para el caso de la pequeña y mediana producción, debido – principalmente – a la rigidez de la superficie de tierra disponible para la siembra y la rivalidad

de una cartera de bienes que compiten por este recurso. Complementariamente, futuras investigaciones podrían enfocarse en analizar la estructura de la cadena productiva de las principales variedades comerciales de papa moderna (incluyendo la dinámica de la demanda de semillas) y su relación con las decisiones de oferta económica y así contrastar la evidencia obtenida en este estudio.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los colegas de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Pether López García y Freddy Bermúdez Reyes. Del mismo modo, a la estudiante Nicole Barrientos Ortiz, por sus valiosos aportes y comentarios al documento final.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses respecto a esta publicación.

Financiamiento

Recursos propios.

Referencias citadas

Azofeifa, C. E. (2004). Aplicación de la Simulación Monte Carlo en el cálculo del riesgo usando Excel. *Revista Tecnología en Marcha*, 17(1), 97.

Diez, R.; Gómez, R.; Linares, A. (2018). Rentabilidad de la innovación genética en maíz amarillo duro (*Zea mays* L. var *indurata*) y papa moderna (*Solanum tuberosum*) en el Perú. *Enfoque*, 43-74. Recuperado de: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/5818>

Diez, R.; Gómez, R.; Navarro, O.; Varona, A.; Anderson, M. (2013). Evaluación ex-ante de alternativas transgénicas en el cultivo de papa blanca comercial (No. H20 D56-F). Universidad

Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú).

Diez, R., & Echevarría, N. (2011). Impacto económico del uso de semilla certificada de papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Canchán, Distrito de Huasahuasi, provincia de Tarma, región Junín, Campaña Agrícola 2006-2007. *Artículo científico aprobado y en espera de publicación por la revista Anales Científicos de la Universidad Nacional Agraria La Molina*.

De Oliveira, M. R. G., & de Medeiros Neto, L. B. (2012). Simulação de Monte Carlo e valuation: uma abordagem estocástica. *REGE-Revista de Gestão*, 19(3), 493-511. <https://doi:10.5700/rege.474>

Evans, J. R., & Olson, D. L. (1998). *Introduction to simulation and risk analysis* (Vol. 1). New Jersey: Prentice Hall.

Escobal, J., Fort, R., & Zegarra, E. (2015). Agricultura peruana: nuevas miradas desde el censo agropecuario. *MISC*.

Echevarria, A. M. (2014). Impactos económicos de la liberación de semilla Cisgénica de papa (*Solanum tuberosum*) en el rendimiento de Sicaya, Región Junín. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2287>

Flores, Z. K.; Villugas, L.; Laura, P. (2019). Factores de gestión en la industrialización de la papa en el distrito de Huasahuasi-Tarma (Tesis para optar el Título Profesional de Licenciada en Administración - Especialidad: Administración de Negocios). Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad Ciencias Aplicadas, Perú. 166p.

<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5280>

Instituto Cuanto (2010). Factores Determinantes para Incrementar el Uso de Semilla de Papa de Alta Calidad. Informe Final. Lima. Recuperado de: https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/especiales/congreso_papa/factores_determinantes_incrementar_semilla_alt_a_calidad.pdf

López, P. (2019). Rentabilidad y riesgos en la producción de papa blanca comercial. Los casos de Ayacucho y Lima. Tesis para optar el título de economista, Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú, 98p. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3995>

Luna, A, H. (2013). Efectos económicos de liberar papa GM resistente a fungosas en la localidad de Moyobamba, distrito Chinchao, provincia Huánuco, región Huánuco.

Gorriti, J. (2003). ¿Rentabilidad o supervivencia?: La agricultura de la costa peruana. *Debate agrario*, (35), 39.

Minaya, C. (2015). Análisis de la rentabilidad en la producción de papa blanca comercial en las regiones de Huánuco y Lima. *Anales Científicos*. 76(2), 369-375. <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v76i2.803>

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) (2019). Resolución Ministerial N° 0414-2019-MINAGRI (26/11/2019). Plan Nacional de Cultivos. Recuperado de: <https://www.gob.pe/institucion/minagri/normas-legales/363606-0414-2019-minagri>

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) (2017). Papa: Características de la Producción Nacional y de la

Comercialización en Lima Metropolitana. Recuperado de: <https://repositorio.minagri.gob.pe/handle/MINAGRI/369>

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) (2013). Principales Aspectos Agroeconómicos de la Cadena Productiva de Papa. Lima: Centro de Documentación Agraria – CENDOC. Recuperado de: https://www.academia.edu/33318082/PA_PA_CADENA_AGROPRODUCTIVA_Principales_Aspectos_Agroecon%C3%B3micos

Prates Ramalho, J. P., Costa Cabral, B. J., & Silva Fernandes, F. M. S. (1991). A Monte Carlo and transfer-matrix grid path-integral study of the vibrational structure of Br 2 in solid argon. *Chemical Physics Letters*, 184(1), 53-60.

Peña, Y., Nieto Alemán, P. A., & Díaz Rodríguez, F. (2008). Cadenas de valor: un enfoque para las agrocadenas. *Equidad y Desarrollo*, 1(9), 77-85.

Porter, M. E., & Advantage, C. (1985). Creating and sustaining superior performance. *Competitive advantage*, 167, 167-206.

Rosales, G., & Mercado, W. (2020). Efecto de los cambios en el precio de los alimentos sobre el consumo de la quinua y la seguridad alimentaria rural en el Perú. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 83-93.

Scott, G. J.; Kleinwechter, U. (2017). Future scenarios for potato demand, supply and trade in South America to 2030. *Potato Research*, 60(1), 23-45. <https://doi.org/10.1007/s11540-017-9338-z>

Shimizu, T.; Scott, G. (2014). Los supermercados y cambios en la cadena productiva para la papa en el Perú. *Revista Latinoamericana de la Papa*,

18(1), 77-103.
<https://doi.org/10.37066/ralap.v18i1.208>

Scharager, J., & Reyes, P. (2001). Muestreo no probabilístico. *Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Psicología*, 1-3.

Seiko, M., Furlaneto, F., Reco, P., Ojima, A., & Yasuda, G. (2008). Retorno e risco econômico no cultivo de soja convencional e transgênica na região paulista do médio paranapanema, safra 2006/07. In *46 Congresso da Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural, Rio Branco-Acre, Brasil*.

Spada, A., Engler, P., & Seiko, M. (2011). Custos, rentabilidade e risco da produção de soja transgênica brasileira e argentina. In *49 Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Belo Horizonte, Brasil*.

Torero, M. (2018). Potato Technology and Economic World Trends. In *XXVIII Congreso de la asociación latinoamericana de la papa. Cusco, Perú*.

Vidal, G. (2014). Rentabilidad de papa Cisgénica versus convencional en Huasahuasi. *Anales Científicos*, 75(2), 300-309.

<http://dx.doi.org/10.21704/ac.v75i2.967>

Velasco, C., Ordinola, M., & Devaux, A. (2019). Una aproximación a la medición de pérdidas de alimento en la cadena de la papa en Ecuador y Perú. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 23(2), 46-65.

Wongchuig, S. (2012). Análisis de las variables que influyen en la elección del cultivo de níspero en el distrito de Coayllo, valle del río Omas-Asia. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú). Facultad de Ingeniería Agrícola.